

Aspects de sécurité relatifs à la manipulation de charbon actif en poudre (CAP) dans les stations d'épuration

La présente fiche d'information contient un résumé des principaux aspects de sécurité relatifs à la manipulation du charbon actif en poudre dans les stations d'épuration. La fiche d'information est divisée de la manière suivante: (i) Aspects généraux, (ii) Conception et construction d'installations au CAP, et (iii) Exploitation d'installations au CAP. Les informations mentionnées dans ce document ne prétendent pas à l'exhaustivité.

Les principaux interlocuteurs sont l'Inspection cantonale du travail (les différents services cantonaux sont répertoriés sur le site www.arbeitsinspektorat.ch), les experts en protection incendie compétents (voir www.vkf.ch) et la SUVA (www.suva.ch).

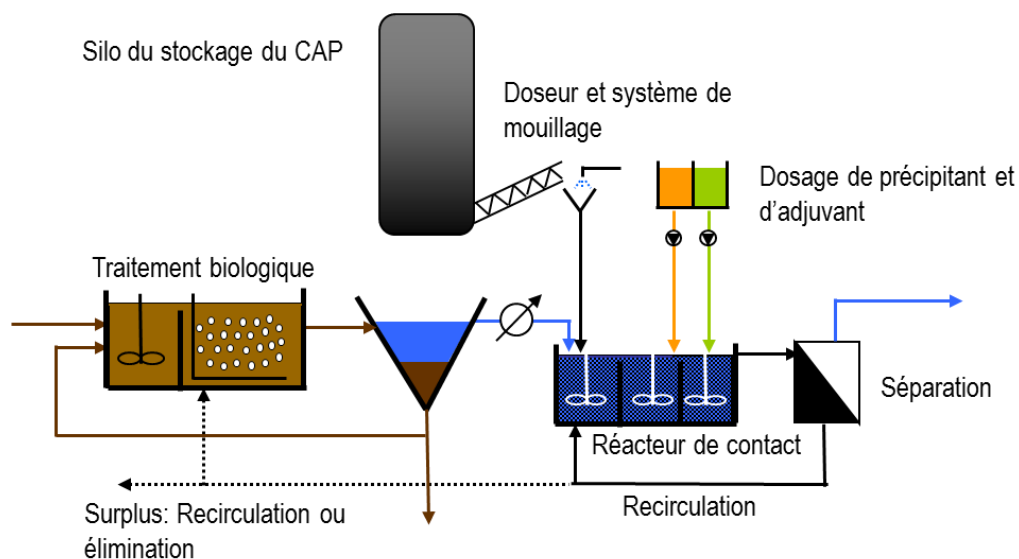
Rédaction P. Wunderlin (VSA)
Elaboré par J. Margot (RWB SA), D. Urfer (RWB SA) sous mandat du VSA
Suivi technique Ch. Abegglen (VSA), D. Pfund (ERZ Zurich), D. Rensch (AWEL)

Aspects généraux

Paramètres

Commentaires/Recommandations/Références

Schéma général d'une installation d'adsorption de micropolluants sur charbon actif en poudre (CAP) dans les eaux usées. De manière alternative, le CAP peut être directement dosé dans l'étape de traitement biologique ou sur le filtre à sable.




Source: Abegglen et Siegrist (2012)

Aspects généraux	<p>Le charbon actif en poudre (CAP) est obtenu par pyrolyse de houille, de lignite, d'antracite, de tourbe, de bois ou de coques de noix de coco. La porosité augmente en raison de l'activation thermique ou chimique, générant une surface spécifique très élevée (entre 500 et 1500 m²/g). Les processus d'adsorption sont ainsi favorisés.</p> <p>Le CAP est une fine poudre noire inodore caractérisée de la manière suivante:</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Poudre principalement constituée d'atomes de carbone▪ Granulométrie comprise entre 1 et 150 µm (d₅₀ d'environ 10-30 µm)▪ Masse volumique apparente comprise entre 200 et 600 kg/m³▪ Masse volumique solide d'env. 2000 kg/m³▪ N'est pas soluble dans l'eau▪ Densité plus élevée que celle de l'eau, présente donc une tendance à la sédimentation
Risques pour la santé	<p>Le CAP, en tant que tel, n'est pas une matière dangereuse. Le plus grand danger pour la santé réside dans l'inhalation de poussières de CAP, qui peut causer, comme toutes les particules fines inertes (de diamètre < 10 µm), des affections respiratoires plus ou moins graves (quintes de toux, asthme, etc.).</p> <p>Comme toutes les poussières, le CAP peut provoquer de légères irritations mécaniques en cas de contact avec les yeux ou la peau (effet abrasif).</p> <p>Le CAP n'est pas toxique en tant que tel, mais les substances adsorbées peuvent l'être. Cela doit être pris en compte lors de la manipulation de CAP usagé. Mais dans la mesure où le CAP se trouve à l'état humide après utilisation, les émissions de poussières peuvent être considérées comme plutôt faibles.</p> <p>Le CAP peut adsorber l'oxygène de l'air ambiant, surtout à l'état humide. Cela peut conduire à des concentrations d'oxygène dangereusement basses dans les espaces confinés. Les bassins, silos ou locaux fermés contenant (ou ayant contenu) du charbon actif doivent être bien aérés avant d'entrer. Ce risque est très faible dans les locaux de stockage disposant d'un volume d'air important (p. ex. local de stockage de big bags).</p>
Valeur limite moyenne d'exposition à la place de travail (VME)	<p>La VME du CAP (granulométrie comprise entre 1 et 150 µm; voir «aspects généraux»), qui fait partie des poussières inertes, est de 10 mg/m³ pour les poussières inhalables (<100 µm) et de 3 mg/m³ pour les poussières alvéolaires (<10 µm). <i>Source: SUVA (2016).</i></p>
Risque d'explosion de poussières	<p>Comme toutes les poussières combustibles d'un diamètre < 500 µm, le CAP dispersé dans l'air peut provoquer des</p>

	<p>explosions de poussières en présence d'une source d'ignition.</p> <p>Des nuages de poussières générant une atmosphère explosible (zone ATEX) peuvent apparaître lors du remplissage/vidage des silos ou bigs bags, lors du mouillage du CAP ou des travaux de nettoyage (balayage, utilisation d'air comprimé).</p> <p>Si la limite d'explosivité dans l'air est atteinte (20 à 60 g CAP/m³), le nuage peut exploser en présence d'une source d'ignition (températures > 450-600 °C).</p> <p>Pour de plus amples informations, voir SUVA (2014).</p>
<p>Risques d'incendie</p>	<p>Le charbon actif est difficilement inflammable et a tendance à se consumer lentement sans former de fumée ou de flamme. Néanmoins, des feux couvants peuvent se déclencher dans les silos de stockage en présence de sources de chaleur. En cas de combustion de CAP, du monoxyde de carbone (CO) peut se former, dont la concentration peut atteindre la limite d'explosivité.</p> <p>Pour de plus amples informations, voir SUVA (2014).</p>
<p>Risques environnementaux</p>	<p>Selon l'état actuel des connaissances, aucun dégât environnemental n'est à escompter en cas de libération de CAP dans l'environnement. Les substances adsorbées sur le CAP peuvent toutefois être potentiellement toxiques. Dans la mesure où le CAP n'est pas soluble et difficilement biodégradable, il aura tendance à s'accumuler dans les sédiments et les sols. Il convient donc d'éviter toute libération dans l'environnement.</p>

Conception et construction d'installations au charbon actif

Paramètres	Commentaires/Recommandations/Références
<p>Protection contre les explosions de poussières</p> 	<p>Les zones présentant un risque d'explosion doivent être définies et délimitées. Parmi celles-ci figurent, p. ex., les zones de remplissage/vidage de silos ainsi que les systèmes de mouillage du CAP (zones contenant du CAP sec, pouvant être potentiellement rejeté dans l'air environnant). Concernant la délimitation des zones, il convient de se reporter à la publication 2153 de la SUVA.</p> <p>Les mesures à respecter dans les zones ATEX sont les suivantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Utiliser uniquement des appareils (électriques ou non) qui satisfont les normes prévues pour pouvoir fonctionner en atmosphère explosible. ▪ Les protéger des sources d'ignition (voir également le chapitre relatif à la protection contre les feux couvants). Les sources d'ignition sont notamment les flammes nues,

	<p>les surfaces chaudes, les étincelles et la formation de chaleur provoquées par des appareils électriques et des moteurs à combustion, les étincelles provoquées par des décharges électrostatiques, la formation d'étincelles et de chaleur provoquée de façon mécanique, la foudre et la formation de chaleur provoquée de façon chimique.</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Mesures organisationnelles: information et formation du personnel, marquage des zones EX, consignes de sécurité (interdiction de fumer, restriction d'accès, programme de nettoyage, etc.), contrôle et surveillance, etc. <p>En ce qui concerne les décharges électrostatiques, tous les éléments conducteurs présents dans la zone EX doivent être raccordés à la terre. Le remplissage des silos est un processus critique, car le frottement du CAP contre les parois des systèmes de transport pneumatiques peut générer d'importantes charges électrostatiques. Il convient d'utiliser des tuyaux conducteurs reliés à la terre. Sur le lieu du déchargement, il doit être possible de relier le véhicule de livraison à la terre.</p> <p>Les silos doivent être équipés de filtres à poussière (filtre cyclone, filtre à manches) suffisamment grands pour permettre à l'air de s'échapper lors du remplissage pneumatique.</p> <p>Le bâtiment doit être conçu de sorte à ce que la formation de dépôts de poussière soit la plus faible possible: sols et parois lisses et bien jointoyés, élimination des zones mortes et des angles, réduction des points d'émission, etc.</p>
Protection contre les feux couvants	<p>En principe, toutes les sources d'ignition potentiellement actives doivent être évitées, telles que (voir également le chapitre «Protection contre les explosions»):</p> <ul style="list-style-type: none">▪ raccorder le véhicule de livraison à l'installation et à la terre pendant le déchargement du CAP.▪ empêcher que des objets métalliques soient sollicités par la tuyauterie et puissent provoquer des étincelles,▪ empêcher un échauffement excessif du CAP via l'air de transport du ventilateur sur le véhicule-silo,▪ installer une protection contre la foudre. <p>Des mesures supplémentaires peuvent également être appliquées (elles ne sont pas exigées par la SUVA):</p> <ul style="list-style-type: none">▪ Installation de détecteurs de monoxyde de carbone (CO) dans les silos de stockage permettant de détecter suffisamment tôt les feux couvants.▪ Installation d'un dispositif d'inertage (fonctionnant à l'azote ou au dioxyde de carbone) afin de lutter contre les feux couvants dans le silo. L'objectif de l'inertage est de baisser la concentration d'oxygène à l'intérieur du silo en introduisant un gaz inerte (p. ex. N₂, CO₂). Le dispositif

	d'inertage devra être conçu pour éviter tout risque d'explosion.
Protection contre l'abrasion des équipements et les dépôts dans les conduites	<p>Afin d'éviter toute abrasion mécanique des équipements par le CAP (ou plus précisément les granulats de charbon/microgranulats), des matériaux résistants à l'abrasion (acier inoxydable, plastiques durs) doivent être choisis, en particulier pour le système de dosage et les zones à écoulement rapide de la solution de CAP.</p> <p>Une vitesse minimale de 1.5-2 m/s est recommandée pour minimiser les dépôts et le durcissement du CAP dans les conduites de dosage de la suspension de CAP. Les changements de directions et les zones mortes (sédimentation du CAP) doivent être évitées. Les pompes doivent être équipées d'un système de nettoyage à l'eau, afin d'éliminer le CAP lorsqu'elles ne sont pas en service. La concentration de la suspension de CAP ne doit pas être trop élevée (<5%, idéalement <1% MS).</p>
Limitation de la perte de CAP dans l'effluent des stations d'épuration	<p>Les rejets de CAP usagé et chargé de micropolluants dans l'environnement (effluent) doivent être minimisés par une séparation efficace du CAP des eaux usées épurées. Il est recommandé d'installer un turbidimètre à la sortie du système de filtration afin de détecter d'éventuelles pertes de CAP dans l'effluent. Une nouvelle méthode de mesure basée sur la thermogravimétrie (Krahnstöver et al., 2016) permet de quantifier de manière très précise la concentration de CAP dans l'effluent des stations d'épuration.</p>

Fonctionnement d'installations à charbon actif

Paramètres	Commentaires/Recommandations/Références
Manipulation de CAP	<p>La mise en suspension de nuages de poussières doit être évitée afin de protéger les employés et de réduire les risques d'explosion.</p> <p>Le port d'un masque respiratoire pour la bouche et le nez (de type FFP3) ou la mise en place d'une ventilation aspirante est recommandé pour éviter l'inhalation de poussières lors de la manipulation du CAP (remplissage des silos, changement de big bags, etc.).</p> <p>Le port de vêtements, de gants et de lunettes de protection est également recommandé lors de la manipulation de CAP.</p> <p>L'accumulation de charges électrostatiques doit être évitée. Tous les équipements doivent être mis à terre avant toute opération de transvasement (voir également «Protection contre les explosions» et «Protection contre les feux couvants»).</p> <p>Les dépôts de poussières doivent être évités, car ils</p>

	augmentent les risques d'explosion. Un nettoyage régulier des locaux est nécessaire. Le nettoyage peut être réalisé par jet d'eau ou aspiration. Le balayage à sec ou l'utilisation d'air comprimé sont à proscrire (formation de nuages de poussière potentiellement explosifs).
Stockage du CAP	Le CAP doit être stocké dans un endroit sec, frais et bien aéré, à l'écart de toutes sources de chaleur et d'ignition . Il ne doit pas être stocké avec des agents comburants ou des oxydants forts (oxygène, ozone, chlore, etc.), des acides forts et des produits chimiques volatils, car ils pourraient être adsorbés sur le CAP.

Références

- Abegglen, C., Siegrist, H. (2012). *Micropolluants dans les eaux usées urbaines. Etape de traitement supplémentaire dans les stations d'épuration*. Office fédéral de l'environnement, Berne. *Connaissance de l'environnement*. N° 1214: 210 p. ([download](#))
- INERIS, ED 944, 2006. *Les mélanges explosifs. 2. Poussières combustibles*. ([download](#))
- INERIS, 2005. *Inertage*.
- Krahnstöver, T., Plattner, J., Wintgens, T. (2016). *Quantitative detection of powdered activated carbon in wastewater treatment plant effluent by thermogravimetric analysis (TGA)*. *Water Research* 101, 510-518.
- Suva (2016). *Valeurs limites d'exposition aux postes de travail, chapitre «Poussières inertes», p. 27 (numéro de commande: 1903)*. ([download](#))
- Suva (2014). *Prévention des explosions - principes, prescriptions minimales, zones*. (numéro de commande: 2153). ([download](#))
- Suva. *Liste de contrôle: poussières nocives (numéro de commande: 67077)*. ([download](#))